

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotesuunnittelu

INSINÖÖRITYÖ

**TERÄSRAKENTEIDEN JA PUTKISTON
SUUNNITTELU SEKÄ ASENNUS
VEDENKÄSITTELYLAITOKSEEN**

**Työn tekijä: Lasse Kervinen
Työn valvoja: Jyrki Kullaa
Työn ohjaaja: Unto Kervinen**

Työ hyväksytty: __. __. 2007

**Jyrki Kullaa
yliopettaja**

ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin UKK-Consulting Tmi:lle. Yritys vastasi teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelusta, hankinnasta ja asennuksen valvonnasta Filter Press -projektissa. Suunnittelun ja asennuksen valvonnan tilasi Kemira KemWater Service Oy. Teräsrakenteet ja putkisto suunniteltiin Nordic Aluminium Oyj:n vedenkäsittelylaitokselle, jonka tiloissa Kemira Kemwater Service Oy vastaa jätevesien käsittelystä.

Haluan kiittää ohjaajaani Unto Kervistä, valvoja Jyrki Kullaata, Fargo International OEM-Servicen Juhani Ahvenaista sekä Kemira Kemwater Service Oy:n ja Nordic Aluminium Oyj:n henkilöstöstä heitä, jotka olivat mukana projektissa. Ilman Kemira Kemwater Service Oy:n ja Nordic Aluminium Oyj:n suostumusta en olisi voinut toteuttaa tätä työtä.

Helsingissä 12.4.2007

Lasse Kervinen

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Lasse Kervinen	
Työn nimi: Teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelu sekä asennus vedenkäsittelylaitokseen	
Päivämäärä: 12.4.2007	Sivumäärä: 39 s. + 5 liitettä
Koulutusohjelma: Kone-ja tuotantotekniikka	
Suuntautumisvaihtoehto: tuotesuunnittelu	
Työn valvoja: yliopettaja Jyrki Kullaa	
Työn ohjaaja: UKK-Consulting Tmi, Chief planning officer, Unto Kervinen	
<p>Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelu ja hankinta sekä niiden asennuksen valvonta Kemira Kemwater Service Oy:n ja Nordic Aluminium Oy:n vedenkäsittelylaitokseen. Uusien teräsrakenteiden ja putkistojen suunnittelussa tuli hyödyntää olemassa olevia rakenteita, jos se oli mahdollista.</p> <p>Teräsrakenteisiin kuuluivat hoitotaso ja keräyssuppilo. Valmiin hoitotason päälle asennettiin suotopuristin, josta putoava kiintoaine ohjataan keräyssuppilon avulla ruuvikuljettimelle, joka siirtää kiintoaineen siirtolavoille. Hoitotasolta käytetään ja huolletaan suotopuristinta sekä putkistoa. Materiaaleina käytettiin Fe37B ja ruostumatonta terästä. Teräsrakenteiden HEB -palkit valittiin laskettujen taipumien perusteella. HEB -palkkien taipumien minimoimiseksi lisättiin vinotukija. Hoitotason suunnittelussa hyödynnettiin olemassa olevia HEB-palkkeja. Hoitotason elementteinä käytettiin teräksestä valmistettuja kuumasinkittyjä ritilöitä. Hoitotason kahteen jalkaan mallinnettiin säätövarat, jotta hoitotason toinen pää saadaan samaan korkoon kiinteästi olevaan päähän nähden. Jalkojen säätö toteutettiin kahdella M20 x 120- ruuvilla per jalka. Putkisto layout mallinnettiin PI-kaavion mukaiseksi ja siinä oli venttiilit mallinnettuna. Työpiirustuksien valmistuttua suoritettiin tarjouskyselyt urakoitsijoille.</p> <p>Teräsrakenteet ja putkiston asensivat kaksi eri urakoitsijaa. Asennusvalvoja oli paikalla lähes koko asennusajan vastaamassa työturvallisuudesta ja asennuksen sujuvuudesta. Urakoiden valmistuttua teräsrakenteille ja putkistolle suoritettiin luovutustarkastukset.</p> <p>Projekti pysyi aikataulussa ja kustannusarviossa suunnittelun sekä valvonnan osalta.</p>	
Avainsanat: Teräsrakenne, putkisto, hoitotaso, suunnittelu, valvonta, asennus	

ABSTRACT

Name: Lasse Kervinen	
Title: Design and Installation of the Steel Structures and Piping for a Water Handling Plant	
Date: 12 April 2007	Number of pages: 39
Department: Mechanical and Production Engineering	Study Programme: Product design
Instructor: Jyrki Kullaa, Principal Lecture	
Supervisor: Unto Kervinen, Chief planning officer	
<p>The purpose of this graduate study was to plan and design the steel structures and piping for Kemira Kemwater Service's and Nordic Aluminium's water handling plant. One objective was to acquire the required goods and make the installations. Another important objective was to use the existing steel structures and piping as far as possible.</p> <p>Platform and hopper belong to steel structures. Filter press was installed on the platform, where solid matters dropped via hopper to screw conveyor which move solid matter to transfer tables. Platform is for filter press and piping operating and service. Materials were Fe37B and stainless steel. Steel structures's HEB –beams were chosen by calculated flections. Braces were added, because of HEB –beams flections minimize. Existing HEB –beams were exploited for platform planning. Platform elements were hot galvanizing grates. Two foots of platform were adjustable by two M20 x 120 screw because another head was fixed to existing HEB –beams. PI-chart was the base of the piping layout. Valves were simulated to piping layout. Invitations of tender were sent to the contractors once the installation drawings were completed.</p> <p>The steel structures were installed by Efkava and the piping was installed by Fargo. The erection supervisor was at the site on most days supervising over work safety and installation. The delivery inspection for the steel structures and piping was carried out by UKK-Consulting Tmi after installation.</p> <p>The Filter Press project was successful as the planning and construction supervision was completed according to the time schedule and within the cost estimate.</p>	
Keywords: Steel construction, piping, platform, plan, control, installation	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	PROJEKTIN ALOITTAMINEN JA AIKATAULU	3
3	SUUNNITTELU	4
3.1	Lähtökohdat	4
3.2	Huomioitavat asiat ja rajoitukset	6
3.3	Suunniteltavat rakenteet	6
3.3.1	<i>Teräsrakenteet</i>	7
3.3.2	<i>Putkisto</i>	9
3.4	Ongelmat suunnittelussa ja niiden ratkaiseminen	11
3.5	Tehtävät muutokset vanhoihin rakenteisiin	12
4	TARJOUSKYSELYT	13
4.1	Tarjouskyselyiden sisältö	14
4.2	Urakoitsijoiden valinta ja haastattelut	15
5	ASENNUS	16
5.1	Muutokset suunnitelmiin ennen asennuksen aloittamista	17
5.2	Asennuksen valvonta	18
5.3	Ongelmat asennuksessa	19
5.4	Työturvallisuus	20
5.5	Teräsrakenteet	22
5.6	Putkiston asennus	28
6	TYÖN LUOVUTTAMINEN	31
6.1	Teräsrakenteet	32
6.2	Putkisto	33
7	SUOTOPURISTIMEN KOEKÄYTTÖ	33
7.1	Ongelmat	33
7.2	Korjaukset ja muutokset	34

8	YHTEENVETO	35
	VIITELUETTELO	39
	LIITTEET	

LIITE 1	Vedenkäsittelylaitoksen layout
LIITE 2	Hoitotason kokoonpanopiirustus
LIITE 3	Hoitotason jalkojen kiinnitys lattiaan
LIITE 4	Keräyssuppilo
LIITE 5	Putkisto layout

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelua sekä niiden hankintaa ja asennusta Kemira Kemwater Service Oy:n (Kemwater) ja Nordic Aluminiumin Oyj:n (NA) vedenkäsittelylaitokseen. Tavoitteena oli suunnitella ja hankkia sekä valvoa niiden asennus mahdollisimman edullisesti.

Kemwater vastaa NA:n tuotannosta tulevan jäteveden puhdistuksesta Kirkkonummella. Jätevedessä on huomattava määrä alumiinia, happoja, emäksiä ja muita kiintoaineita. Puhdistusprosessin jälkeen puhdas vesi pumpataan mereen.

Vesilaitokselle putkistoa pitkin saapuva jätevesi johdetaan neutralointiin, jossa siihen lisätään happoja ja emäksiä oikeassa suhteessa puhdistusprosessin vaatiman pH-arvon saavuttamiseksi. Neutraloinnin jälkeen jätevesi pumpataan selkeytykseen.

Selkeytyksestä jätevettä pumpataan jatkuvasti sakeutukseen, jossa kiintoaine vajoaa säiliön pohjalle. Selkeyttimessä siihen lisätään polymeerejä, joiden tarkoituksena on saostaa jätevesi, jotta siitä saadaan kiintoaineet eroteltua paremmin.

Ennen uudistusta sakeutussäiliön pohjalta jätevesi imetään monopumpulla lingolle, jolla kiintoaineet erotetaan nesteestä rotaatioliikkeellä. Erotettu kiintoaine johdetaan putkella ruuvikuljettimelle, joka siirtää sen ruuvikuljettimen alla oleville siirtolavoille. Ruuvikuljettimessä on neljä purkausaukkoa, joista kiintoaine tipahtaa siirtolavoille. Tämä mahdollistaa siirtolavojen tasaisen täytön.



Kuva 1. Kemwaterin käyttämä linko

Kemwater haluaa korvata hyvin toimivan mutta tarkan pH-arvon vaativan lingon (kuva 1), italialaisella suotopuristimella. Suotopuristinta varten vesilaitokselle pitää suunnitella uusia teräsrakenteita ja putkistoja. Kemwaterin tavoitteena on tehostaa kiintoaineiden erottelua ja tuottaa kuivempaa kiintoainetta suotopuristimella kuin lingolla (kuva 2). Kosteusprosentti suotopuristimen jälkeen olisi jopa alle 40 %. Kiintoaine kuljetetaan Harjavaltaan jatkokäsittelyä varten.



Kuva 2. Linkoamisen jälkeen kiintoaineen kosteuspitoisuus oli suuri

Suotopuristin täytetään lietteellä uusien pumppujen avulla. Pumput pysähtyvät, kun tarpeeksi korkea paine on saavutettu suotopuristimeen. Suotopuristimen toimintaa voi ohjata manuaalisesti ja automaattisesti. Pumpuilla lietteestä puristetaan pois neste joka johdetaan letkuilla lamelleista esim. lattia-kaivoon. Hydraulikan tehtävänä on pitää lamellit kasassa. Kun puristus on suoritettu, jokaisen lamellin väli tyhjennetään yksitellen. Lamellien välistä kiintoaine putoaa keräyssuppiloon, joka ohjaa kiintoaineen ruuvikuljettimelle. Alla oleville siirtolavoille kiintoaine putoaa ruuvikuljettimen neljästä purkausaukosta. Ruuvikuljettimen purkausaukkojen luukkuja ohjataan pneumaattisesti sekä sähköisesti. Purkausluukujen avautumiset on ajastettuja, jotta alla olevat siirtolavat täyttyisivät mahdollisimman tasaisesti.

2 PROJEKTIN ALOITTAMINEN JA AIKATAULU

UKK-Consulting Tmi:n perustaja on Unto Kervinen. Hän oli töissä ennen omaa yritystään Kemira Engineeringissä, josta hän jäi eläkkeelle vuonna 2005. Pitkän linjan kemiralaisena useat tahot tunsivat hänen ammattitaitonsa.

Kemwater otti yhteyttä yritykseen tammi-helmikuussa 2006. Ensimmäisessä puhelinkeskustelussa neuvoteltiin lähinnä yrityksen mahdollisuudesta suunnitella teräsrakenteet ja putkisto projektiin. Koska yrityksellä oli aikaa ottaa vastaan työtarjous, päädyttiin jatkoneuvotteluihin. Varsinainen aloituskokous pidettiin 16.2.2006 Kemira-talossa, jonka jälkeen käytiin Kirkkonummella toimivan NA:n vesilaitoksella, jossa Kemwater vastaa prosessista tulevan jäteveden käsittelystä. Käynnin päätteeksi tehtiin sopimus suunnittelutöiden toimittamisesta Kemwaterille.

Projekti aloitettiin tutustumalla Kemwaterin tarpeisiin ja projektin tavoitteeseen sekä jäteveden käsittelyssä tarvittaviin komponentteihin, jotka vaikuttivat suunnittelutyöhön.

Ensimmäisellä vierailulla NA:n vesilaitoksella sovittiin vastuu-alueista ja alustavasta projekti aikataulusta UKK - Consulting Tmi:n osalta.

Vastuualueet ja aikataulu oli seuraavanlainen:

- Suunnittelu valmis 24.3.2006 mennessä
- Tarjouskyselyt 24.3 - 3.4.2006
- Teräsrakenteiden ja putkiston asennus valmis viikolla 23/2006

Kemwaterille aikataulussa tärkeintä oli toteuttaa projekti ja saada suotopuristin toimimaan mahdollisimman nopeasti. Varsinaista ehdotonta takarajaa ei projektin aikatauluun merkitty. Heti alusta alkaen tiedettiin konepajojen toimitusaikojen vaikuttavan eniten koko projektin aikatauluun.

3 SUUNNITTELU

Teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelutyö toteutettiin MicroStation PowerDraft- 2D-ohjelmalla. UKK-Consulting Tmi:llä on ohjelmasta kaksi lisenssiä.

Teräsrakenteiden HEB -palkit valittiin taipumien laskemiseen tarvittavien kaavojen perusteella, jotka perustuvat lujuusoppiin. Koska rasitus tuli suotopuristimen painosta, valittiin HEB -palkki, joka taipui mahdollisimman vähän rasitettuna ja oli vielä järkevä toteuttaa.

Suunnittelussa noudatettiin Kemira Oyj:n standardeja /1/.

3.1 Lähtökohdat

Tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman yksinkertainen ja ennen kaikkea taloudellisesti edullinen kokonaisuus.

Hoitotasolla pitää olla turvallista liikkua ja suorittaa mahdollisia huoltotoimenpiteitä suotopuristimelle sekä putkistolle.

Putkisto tulee suunnitella linjauksiltaan mahdollisimman suoraksi. Tällöin putkiston asentamisessa voidaan hyödyntää usean metrin mittaisia putkia ja säästetään hitsausaumoissa. Lisäksi on huomioitava putkiston kannatteleminen eli kiinnitykset olemassa oleviin rakenteisiin. Putkistoon tulevat venttiilit sijoitetaan PI-kaavion mukaisesti. Takaiskuventtiilit tulee sijoittaa pystyputkiin, mutta tavalliset palloventtiilit voi asentaa mihin asentoon tahansa (kuva 3).



Kuva 3. Takaisku- ja palloventtiili asennettuna

Suunnittelun kokonaiskuvan tueksi vesilaitoksen tiloista tehtiin layout (LIITE 1). Siihen mallinnettiin tärkeimmät olemassa olevat laitteet ja rakenteet, jotka vaikuttavat uusien laitteiden ja rakenteiden suunnitteluun. Uusi layout luotiin vanhan layoutin pohjalta, joka saatiin paperiversiona NA:lta ensimmäisen kokouksen jälkeen (kuva 4).

3.3.1 Teräsrakenteet

Teräsrakenteisiin kuuluivat hoitotaso (LIITE 2) ja suotopuristimen alle tuleva keräyssuppilo (LIITE 4).

Hoitotason materiaalina käytettiin Fe37B ja profiileina HEB, U, L sekä lattaterästä ja putkipalkkeja.

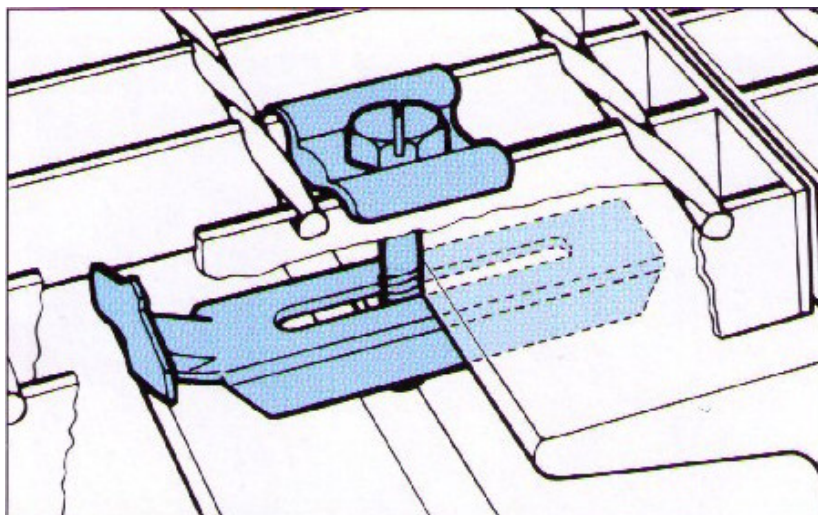
Hoitotason kantavan rakenteen tuli olla valmistettu avoteräsprofiilista, koska silloin vältetään reikien poraamiselta hoitotason ritilöitä kiinnittäessä.

Hoitotaso suunniteltiin asiakkaan laatustandardien mukaiseksi. Kaiteiden materiaalina käytettiin putkipalkkia 40 x 40 x 3 mm ja 30 x 30 x 3 mm. Ylemmän kaiteen tulee olla 1100 mm:n korkeudessa hoitotason ritilän yläpinnasta ja alemman kaiteen alareunan maksimissaan 500 mm:n korkeudella hoitotason jalkalistan yläpinnasta. Kaiteen pystyputkipalkkien välinen etäisyys saa olla maksimissaan 1500 mm. Hoitotasolle suunniteltiin potkulista (lattateräs 120 x 6 mm), joka kiertää koko hoitotason ympäri. Potkulista vaaditaan hoitotasoille, koska se estää tavaroiden putoamisen hoitotasolta. Potkulista kiinnitetään kaiteeseen maksimissaan 20 mm:n korkeuteen hoitotason rungosta (kuva 5). /1, KS 3-5-2, s. 5./



Kuva 5. Hoitotason kaiteet, potkulista ja ritilät

Hoitotason elementteinä käytetään teräksestä valmistettuja kuumasinkittyjä rutilöitä. Rutilät tulee kiinnittää rutilän jokaisesta nurkasta ja sivuilta 1...1,5 m:n välein. Kunnollisella kiinnittämisellä estetään rutilän siirtyminen ja tahaton irrottaminen (kuva 6). /1, KS 3-5-2 s. 4./



Kuva 6. Rutilöiden kiinnitys hoitotasoon yleiskiinnittimillä /3, s. 34/

Hoitotason kahteen jalkaan mallinnettiin säätövarat, jotta hoitotason toinen pää saadaan samaan korkoon kiinteästi olevaan päähän nähden. Jalkojen säätö toteutettiin kahdella M20x120- ruuvilla per jalka (LIITE 2). Lattiaan suunniteltiin asennettavaksi 300 x 300 x 20 mm tartuntalevyt, jotka kiinnitettiin neljällä kiila-ankkurilla. Tartuntalevyihin hitsattiin kiinni M20x120- ruuvit (LIITE 3). Lopuksi levyt hitsattiin reunoilta yhteen lattateräksillä ja suoritettiin jälkivalu betonista, joka takaa jäykän kiinnityksen jalalle.

HE260B -palkkien taipumien minimoimiseksi rakenteita tuettiin lisäämällä säädettävien jalkojen puoleiseen päähän vinotuet.

Hoitotason päälle tulevan suotopuristimen painepuolen pää kiinnitettiin ruuveilla hoitotasoon. Suotopuristimen toinen pää on vapaana. Vapaana olleeseen päähän mallinnettiin suotopuristimen valmistajan suosituksen mukaiset teräspalat, jotka pitävät suotopuristimen paikoillaan sivusuunnassa, mutta mahdollistavat sen liikkumisen pituussuunnassa tarvittaessa.

Kaikki hoitotason osat pinnoitettiin epoksipohjamaalilla 60 µm ja kaksinkertaisella epoksimaalilla 60 µm.

Suotopuristimen alle mallinnettiin keräyssuppilo, jolla suotopuristimesta putoava kiinto-aine saadaan hallitusti ohjattua keräyssuppilon alla olevalle ruuvikuljettimelle. Keräyssuppilon päät mallinnettiin viistoiksi, jotta se olisi helppo asentaa hoitotason jalkojen väliin. Keräyssuppilo kiinnitettiin hoitotason ruuveilla, koska sen materiaali on AISI304 eikä se täten ole hitsattavissa hoitotasaan. Keräyssuppilon alaosaan kiinnitetään olemassa oleva ruuvikuljetin ruuveilla. Ruuvikiinnityksen ansiosta ruuvikuljetin on myöhemmin helpompi irrottaa esimerkiksi vaihtoa tai huoltoa varten. Keräyssuppilon pitkälle sivulle mallinnettiin lattateräksestä kahdeksan tukea, joilla vähennetään kiintoaineen putoamisesta aiheutuvat muodonmuutokset keräyssuppiloon. Keräyssuppilon sisäpuolelle suunniteltiin neljä kappaletta levyjä, joiden tehtävänä on tukea keräyssuppiloa sekä hajottaa putoavaa kiintoainetta. LIITE 4

3.3.2 Putkisto

Putkiston suunnittelu toteutettiin Kemwaterin teettämän PI-kaavion pohjalta. PI -kaavioon oli merkitty putkikoot ja tarvittavat venttiilit sekä pumput.

Pumppuja oli kaksi kappaletta. Pienempi pumppu tuottaa 6 bar ja isompi 12 bar. Pienemmällä pumpulla on tarkoitus ajaa liete suotimeen ja isommalla tuottaa lopullinen puristuksen aloituspaine.

Pumput suunniteltiin asennettavaksi lingon käytössä olevien pumppujen valtuille peduille (kuva 7). Linko toimisi tarvittaessa myös uusilla pumpuilla, kun niihin asentaa taajuusmuuntimen. Ilman taajuusmuunninta uudet pumput pyörisivät liian nopeasti, jos niillä käytettäisiin linkoa. Käyttämällä olemassa olevien pumppujen paikkoja säästettäisiin rahaa venttiileissä, pumppujen sähkötoissa ja ohjauksissa sekä putkimetrejä säästyisi noin 10 m. Lisäksi säästettäisiin tilaa, jota on hyvin vähän sakeutussäiliön ympärillä sekä petien valutyöt uusille pumpuille.

Pumppujen asentaminen edellyttää noin 12 h:n käyttökatkosta jäteveden käsittelyssä, koska olemassa olevat pumput poistetaan, putkia katkaistaan ja uudet pumput asennetaan sekä olemassa olevat putket liitetään uusiin pumppuihin.



Kuva 7. Uudet pumput suunniteltiin asennettavaksi olemassa olevien pumppujen tilalle

Putkisto koostui neljästä osasta: imuputkisto ennen pumppuja, paineputkisto pumppuilta suotimelle, poistovesiputkisto suotimelta lattiakaivoon sekä putkistot varoventtiileiltä ja selkeytykseen. Suotimen poistovesiputkisto ja varoventtiileiden jälkeinen putkisto ovat paineettomia.

Pumppujen jälkeen suunniteltiin asennettavaksi varoventtiilit. Niiden tehtävänä on toimia, jos paineputkiston paine nousee yli 13 bar:n. Yllättävä paineen nousu voi tulla, jos lietteen mukana on ollut suurta kiintotavaraa ja se on juuttunut johonkin tai pumpuissa on jokin muu tekninen häiriö. Varoventtiileiltä putkisto suunniteltiin johdettavaksi takaisin selkeytysäiliöön.

Suotimen poistovesiputkistolle oli kaksi vaihtoehtoista toteutustapaa. Linakoamisella erotettu vesi oli laskettu siirtolavojen vieressä olevaan pieneen lattiakaivoon, jota olisi mahdollisuus ollut käyttää myös suotimen poistovesille. Vesilaitoksen tiloissa on myös suurempi lattiakaivo, johon pienestä lattiakaivosta on yhteys. Suurempaa lattiakaivoa olisi myös mahdollisuus käyttää suotimen poistovesille. Molemmilla vaihtoehdoilla on hyvät ja huonot puolensa: suurempi lattiakaivo on toimintavarmempi kuin pienempi, mutta samalla myös kalliimpi, koska putkistometrit lisääntyvät.

Kemwaterin ja UKK-Consulting Tmi:n päätöksellä poistovesiputkisto johdettiin suurempaan lattiakaivoon, koska tarkkaa toimintatapaa suotimen veden poistosta ei ollut saatavilla.

Putkistopiirustukseen merkittiin jokaisen putkilinjan tunnuksset esim. 6-SAH-100-16H1A, josta käy ilmi putkilinjan numero (6), (SAH) eli virtaava aine, putki koko (DN100) ja (16H1A) eli putkimateriaali on ruostumatonteräs. LII-TE 5

3.4 Ongelmat suunnittelussa ja niiden ratkaiseminen

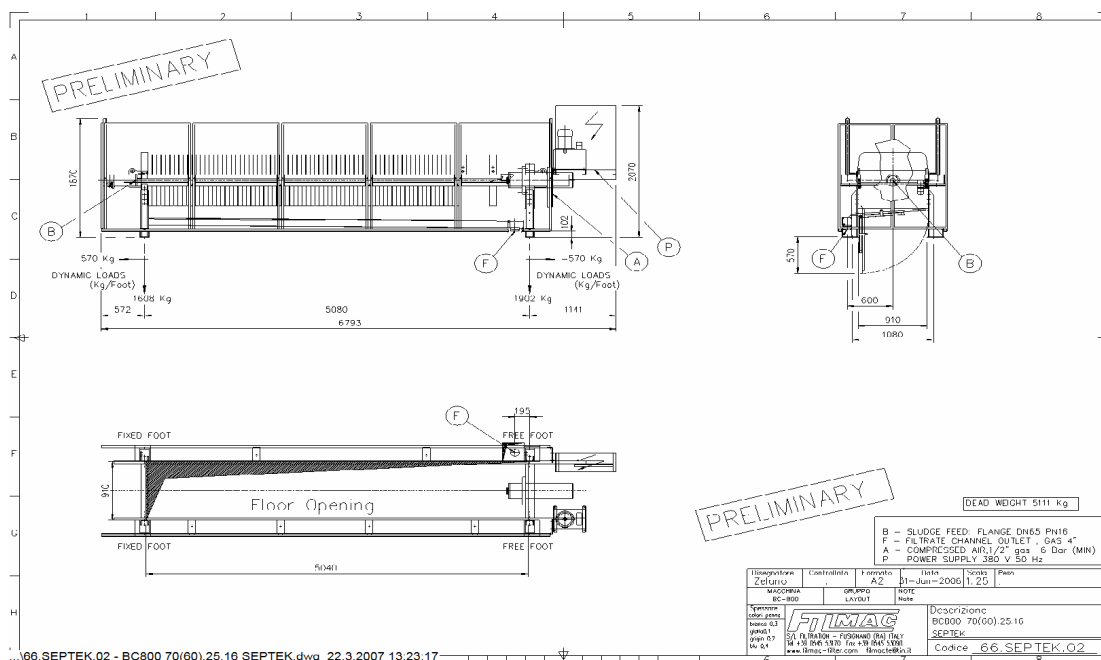
Teräsrakenteiden suunnittelussa ongelmallisinta oli hoitotason jalkojen sijoittelu, koska hyvin lähellä suunniteltua paikkaa oli jo pystytetty HE300B -palkkeja. Hoitotason jalat olisi voitu asentaa, mutta tila olisi tullut entistä ahtaammaksi ja liikkuminen tiettyihin kohteisiin olisi ollut mahdotonta. Olemassa olevia HE300B -palkkeja ei voinut poistaa, koska niihin oli tuettu huomattavissa määrin olemassa olevaa hoitotasoa, kannateltu putkistoa ja sähkökaapelihyllyjä. Palkkien poistaminen ei olisi ollut myöskään taloudellisesti kannattavaa. Hoitotason suunnittelussa päätettiin hyödyntää olemassa olevia palkkeja. Lopputuloksena olemassa olevien palkkien päälle asennettiin vaakaan HE260B -ulokepalkit, joiden avulla uusi hoitotaso kannateltiin (kuva 8).



Kuva 8. Vaakapalkki ja vinotuki hitsattuna olemassa olevaan palkkiin

Putkiston suunnitteluun ongelmia aiheuttivat heikot lähtötiedot olemassa olevan putkiston sijainneista (korko, etäisyydet seinistä yms.) ja ylimääräisistä tukirakenteista, joita sinne oli lisäilty. Tästä johtuen putkistoa ei voinut mallintaa kovinkaan tarkasti. Suunnittelu toteutettiin kuitenkin niin tarkasti, että tarvittavat putkimetrit olivat tiedossa tarjouskyselyitä laadittaessa.

Paineputkiston liittämisen mallintaminen suotopuristimeen oli ongelmallinen. Laitteen toimittajalta saaduissa 2D-piirustuksissa ei ollut tarkasti mainittu mitä varusteita suotopuristimen putkiliitäntään päässä on ja kuinka paljon siinä on tilaa putkistoon tuleville venttiileille ja toimilaitteille. Liittäminen päätettiin mallintaa, mutta asennusvalvoja on asennuspaikalla vastaamassa venttiilien ja toimilaitteiden oikein sijoittelemisesta, kunnes putkiston asennus on edennyt liitäntään saakka (kuva 9).



Kuva 9. Suotopuristimen mittapiirustus

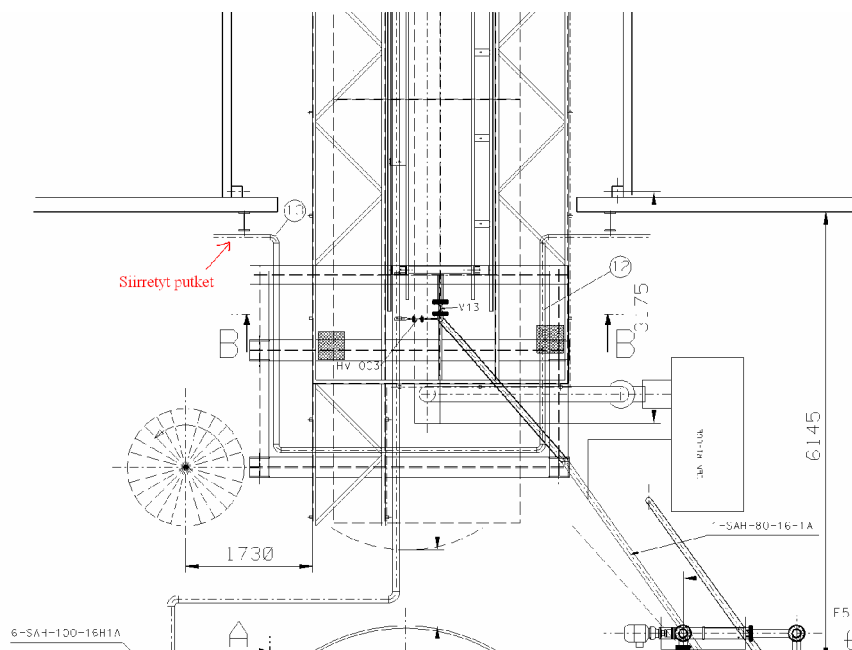
3.5 Tehtävät muutokset vanhoihin rakenteisiin

Hoitotaso suunniteltiin 5 m:n korkeuteen, jotta sen alle mahtuisi keräyssuppi-lo, ruuvikuljetin sekä kuorma-auto vaihtamaan hoitotason alla olevat lavat. Hoitotason päälle tuli vielä suotopuristin, jolloin kokonaiskorkeus on noin 6,5 m.

Olemassa oleva halli, johon hoitotaso oli suunniteltu asennettavaksi, oli vain 5 m korkea. Hallia oli korotettava vaadittavaan korkeuteen ja vanhaan sei-

nään oli tehtävä reikä, jotta tila saadaan yhtenäiseen käyttöön. Hallin ja seinän muutostyön teettämisestä vastasi NA.

Seinän vieressä oli kaksi lipeäputkea. Suunnitelmien mukaan ruuvikuljetinta tullaan siirtämään noin 500 mm ylemmäs. Siirtäminen ei olisi mahdollista, jos lipeä putket olisivat alkuperäisellä paikallaan. Putket piti muuttaa kiertämään ruuvikuljetin takakautta (kuva 10).



Kuva 10. Lipeä putkien linjaus, joka muutettiin kiertämään ruuvikuljettimen takakautta

4 TARJOUSKYSELYT

Tarjouskyselyt lähetettiin NA:n suosittelemille yrityksille, koska yritykset olivat tehneet töitä aikaisemmin NA:n tiloissa ja heidän toiminta mallinsa olivat tiedossa.

Teräsrakenteiden kokoonpanokuvien ja putkisto layoutin valmistuttua suoritettiin tarjouskyselyt. Teräsrakenteista tarjouskyselyt lähetettiin kolmelle konepajalle ja putkistosta lähetettiin neljälle yritykselle aikataulussa eli 24.3.2006 mennessä.

Putkistokyselyistä kolme oli samoja yrityksiä joilta kysyttiin myös teräsrakenteita. Neljäs yritys putkiston tarjouskyselyn saaneista oli Järvenpäässä toimi-

va yhden miehen yritys Fargo International OEM-Service (Fargo). Unto Kervinen on ostanut Fargon palveluita useaan putkiurakkaan Kemira Engineering Oy:n aikana.

4.1 Tarjouskyselyiden sisältö

- Yleistä: Kemira Kemwater Services Oy uusii Nordic Aluminiumin jätevesilaitokselle uuden suotopuristimen, Osoite: Kaapelitie 68 02490 Pikkala.

- Työnlajajuus teräsrakenteet:

- Suotopuristimen asennus, piirustus 66.46.09.02.A
- Suotopuristimen hoitotason valmistus ja asennus (1kpl), piirustus 101E1
- Suotopuristimen keräyssuppilon valmistus ja asennus (1kpl), piirustus 105E3
- Olemassa olevan ruuvikuljettimen asennus keräyssuppiloon, lay-out piirustus 70017E1
- Kaikki tarvittavat kiila-ankkurit, ruuvit, mutterit ja aluslevyt tulee kuulua urakkatarjoukseen

- Työnlajajuus putkisto:

- Pumppujen asennus (2kpl) BN 26-6L/A1-A5-A5-F0-GA ja BN 10-24/A1-A5-A5-F0-GA Seepex progressive cavity pump
- Venttiilien hankinta ja asennus venttiililuettelon mukaan. Venttiileistä erillishinta
- Putkiston hankinta, hitsaus ja asennus. Kokoonpano- ja asennuspiirustuksen 100E1 mukaan
- Putkiston kannakkeet ja niiden maalaus
- Kaikki tarvittavat tiivisteet, ruuvit, mutterit ja aluslevyt tulee kuulua urakkatarjoukseen

- Maalaus: Kaikki Fe37:sta valmistetut osat maalataan epoksimaalilla: 1x epoksipohjamaalilla 60 µm ja 2 x 60 µm pintamaalilla. Ruostumattomasta teräksestä (AISI304) valmistettuja osia ei tarvitse maalata.

- Aikataulu: Työ valmis viikolla 23/2006

- Takuu: Työlle ja maalaukselle kaksi (2) vuotta

- Yhteyshenkilöt: Työmaata koskeviin kysymyksiin vastaa S. Björklund / NA ja teknisiin kysymyksiin vastaa U. Kervinen / UKK-Consulting Tmi

Tarjoukset oli jätettävä 11.4.2006 mennessä U. Kerviselle.

Tarjouskyselyihin liitettiin skannatut piirustukset teräsrakenteista ja putkistosta sekä kammiosuodattimesta. Tarvittaessa tarjouskyselyn saaneille lähetettiin työpiirustukset sähköisessä muodossa, jos he niin halusivat.

Kaksi teräsrakenteiden toimittajaa ilmoitti viikon kuluessa, etteivät ne pysty tekemään tarjouta, koska heillä ei ole resursseja tehdä työtä valmiiksi aikarajaan (23/2006) mennessä.

Koska tarjouskyselyt tuottivat vain yhden tarjouksen teräsrakenteista ja kaksi tarjouta putkistosta, päätettiin lähettää tarjouskysely vielä kahdelle yritykselle teräsrakenteista sekä putkistosta.

Tarjouskyselyn liitteenä lähetettiin kokoonpanopiirustukset teräsrakenteista ja putkistosta. Ainoastaan yksi konepaja olisi vaatinut työpiirustukset jokaisesta kappaleesta.

4.2 Urakoitsijoiden valinta ja haastattelut

Kaikki tarjoukset käsiteltiin viikon 17/06 aikana. Varteenotettavimmat ehdokkaat teräsrakenteiden ja putkiston toimittajista haastateltiin vesilaitoksen tiloissa myös viikolla 17/06. Kokouksissa käytiin läpi koko urakka ja selvitettiin, että molemmat osapuolet olivat ymmärtäneet urakat oikein. Lisäksi sovittiin, että mahdollisista lisätöistä on sovittava etukäteen.

Urakoitsijat ilmoittivat asentajiensa tuntiveloitukset, jos on heillä teettää urakkaan kuulumattomia lisätöitä.

Urakoitsijoiden kanssa sovittiin, että lisätöitä ei saa tehdä ilman UKK-consulting Tmi:n suostumusta ja niistä on aina sovittava etukäteen.

Kokouksen jälkeen teräsrakenteiden toimittajaksi valittiin Efka Oy (Efka-va), joka myös teki tarjouksen putkiston toimittamisesta. Putkiston toimittajaksi valittiin Fargo.

Molempien yritysten etuina olivat hinta-laatusuhde sekä toimitusaika. Teräsrakenteiden valmistuksen arvioitiin kestävän noin kolme viikkoa ja ne esivalmisteltaisiin kokonaan Virossa, mutta lopullinen kokoonpano suoritettaisiin vesilaitoksella suomalaisten asentajien toimesta.

5 ASENNUS

Ennen putkiston ja teräsrakenteiden asentamista NA oli teettänyt seuraavia muutostöitä olemassa oleviin rakenteisiin:

- Vesilaitoksen seinässä olevaa aukkoa oli suurennettu, jotta hoitotaso saadaan asennettua ja hoitotasolla työskentely olisi turvallista.
- Siirtolavojen suojana olevan hallin katto oli purettu.
- Hallin seinien korotusta varten oli hitsattu jatkopalat.

Asennus aloitettiin putkiston osalta 15.5.2006 kahden pumpun asentamisella. Fargo oli ennakoon valmistellut liituskappaleen, jolla imuputkisto liitettiin sakeutuksen tyhjennyslähtöön. Liituskappaleessa oli venttiili, Y-haara ja muhvi, joka mahdollistaa esim. letkun liittämisen, jos on tarvetta tyhjentää sakeutussäiliö tankkiautoon (kuva 11).



Kuva 11. Fargon esivalmisteleva kappale imuputkistoon ennen pumppuja

Teräsrakenteet saapuivat elementteinä Virosta viikolla 20, ja niiden asentaminen aloitettiin viikolla 22.

Asennuksen aikana lingolla eritelty kiintoaine johdettiin ainoastaan yhdelle siirtolavalle suoraan putkella. Ruuvikuljettimen käyttö ei onnistunut, koska toinen siirtolava, jota normaalisti myös käytetään, jouduttiin poistamaan tilan ahtauden takia. Tämän seurauksena siirtolava täyttyi epätasaisesti ja se oli tyhjennettävä normaalia useammin.

5.1 Muutokset suunnitelmiin ennen asennuksen aloittamista

Kaksi viikkoa ennen kuin putkiston asennuksen asentaminen piti alkaa, saatiin tieto, ettei uusia pumppuja voi asentaa olemassa olevien pumppujen valetuille alustoille, koska toinen olemassa olevista pumpuista on toiminnassa jatkuvasti. Pumpulla pumpataan jätevesi selkeytyksestä sakeutukseen. Uusilla pumpuilla tätä ei olisi mahdollista toteuttaa.

Tämä tieto aiheutti muutoksen putkistolayoutiin. Päätettiin sijoittaa uudet pumpput vanhojen pumppujen viereen. Muutoksesta johtuen kustannukset kasvoivat:

- Venttiililuettelon mukainen määrä uusia venttiileitä piti hankkia, koska olemassa olevia ei voitu hyödyntää.
- Putkistoon tarvittiin enemmän uutta putkea, koska olemassa olevaa ei voitu hyödyntää.
- Suunnittelutyöhön varatut tunnit ylittyivät.

Pumpuille mallinnettiin alustat ja niiden valamisen betonista suoritti NA. Molempien alustojen pintaan upotettiin valuvaiheessa kaksi lattaterästä pidemmille sivuille, koska pumput suunniteltiin hitsattavaksi niihin kiinni.

Pumput olisi ollut mahdollista kiinnittää myös ruuveilla, mutta tällöin ruuvit olisi pitänyt upottaa valuun ja niiden asentaminen oikeaan kohtaan olisi ollut hankalaa. Hitsaamalla kiinnitettynä pumput saatiin samaan linjaan imuaukkojen suhteen.

Teräsrakenteisiin ei tehty rakenteellisia muutoksia. Tarvittaessa Efkavalta soitettiin ja kysyttiin puuttuvia tai epäselviä mittoja. Puuttuvat tai epäselvät mitat ilmoitettiin puhelimesta ja lisäksi kysytyistä kohdista lähetettiin sähköpostilla tarkennetut tai korjatut työ kuvat, jotta epäselvyyksiltä välttyttiin.

5.2 Asennuksen valvonta

Asennuksen valvonnasta vastasi UKK-Consulting Tmi:n ja tämän insinööri-työn tekijä. Valvojan tehtävänä on vastata työmaan turvallisuudesta, neuvoa asentajia ongelmatilanteissa ja valvoa asennuksen toteutusta. Asentajat kysyvät valvojalta, jos jokin kappale ei sopinut työ kuvien mukaiseen paikkaan.

Esimerkki. Teräsrakenteiden kokoonpanovaiheessa HE260B -palkkien väliin suunniteltu U-palkki oli tulossa vinoon, koska Virossa hitsauskohdat oli suojattu teippaamalla ennen maalausta. U-palkin asennuskohta oli suojattu väärään paikkaan HE260B -palkissa. Valvojan tehtävä oli selvittää oikea paikka, johon U-palkki hitsattiin kiinni. Oikea paikka selvisi kokoonpano kuvasta.

Paineputkisto liitettiin suotopuristimeen valvojan läsnäollessa, koska tarkkoja mittapiirustuksia suotopuristimen liitäntäpäädystä ei ollut saatavilla. Valvoja vastasi, että venttiilit, toimilaitteet ja putket asennetaan PI-kaavion mukaiseen järjestykseen.

5.3 Ongelmat asennuksessa

Suurempia ongelmia, jotka olisivat keskeyttäneet asennustyöt, ei ollut, mutta pienempiä oli muutamia.

Olemassa oleva ruuvikuljetin oli noin 30 mm mitattua kapeampi. Mittausvirhe johtui siitä, että ruuvikuljettimen päällä oli suojapelti ja se oli noin 4 metrin korkeudessa konttien yläpuolella sekä siitä että ruuvikuljettimesta ei ollut saatavilla mittapiirustuksia. Koska ruuvikuljetin oli mitattua kapeampi, niin sitä ei voitu kiinnittää keräyssuppiloon ruuveilla. Ruuvikuljetin päätettiin kiinnittää keräyssuppiloon hitsaamalla. Hitsaussaumojen takia ruuvikuljettimen irrottaminen on tulevaisuudessa työläämpää, jos sitä joudutaan huoltamaan tai vaihtamaan.

Teräsrakenteet oli maalattu Virossa ja tarvittavat hitsauskohdat oli suojattu teippaamalla. Kahden hitsisauman suojaus maalaukselta oli epäonnistunut, koska ne oli suojattu väärästä kohdasta. Teräsrakenteita asentanut hitsaaja kysyi paikalla olleelta valvojalta oikeaa kohtaa hitsaussaumalle. Oikeasta kohdasta piti poistaa maali ja väärästä kohdasta suojatut kohdat piti paikka-maalata.

Lähes kaikki asennustyöt tehtiin noin 5 m:n korkeudessa. Asentajien käytössä oli tikkaita sekä yksi saksinosturi. Turvallisen työskentelyn takaamiseksi käytettiin mahdollisuuksien mukaan saksinosturia. Sen ongelmana oli, ettei sitä läheskään aina saatu käyttöön, koska se oli ainoa saksinosturi koko tuotantolaitoksella ja sillä oli runsaasti käyttöä myös muualla.

Putkiston asentamisessa ongelmat liittyivät putkiston ja suotopuristimen liittämiseen. Sekä paineputkiston että poistovesiputkiston liitosten ympäristö olivat hyvin ahtaita. Esim. pneumatiikkasynteri oli liian lähellä paineputkiston laippaliitosta (kuva 12).

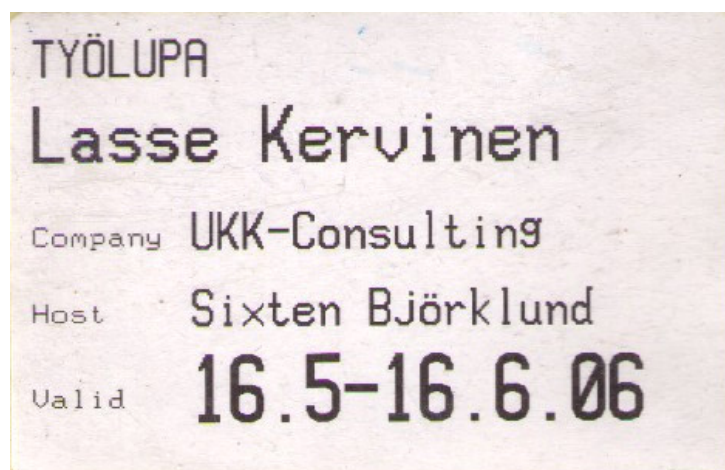


Kuva 12. Paineputkiston liitos suotopuristimeen

Hyvästä suojauksesta huolimatta linkouksen jälkeen siirtolavoille pudonnut kiinto-aine roiskui, mikä häiritsi hieman hitsaajia konttien yläpuolella. Tarvittaessa kiinto-ainetta ei johdettu kontteihin, jos sen roiskuminen häiritsi asennusta vaan tällöin pidettiin muutamien kymmenien minuutteja kestäneitä taukoja tuotannossa.

5.4 Työturvallisuus

Jokaisella vesilaitoksen tiloissa asentamassa olleella oli NA:n myöntämä työ lupa, johon oli merkitty työntekijän nimi, työntekijän yritys, luvan myöntäjän nimi ja luvan kelpoisuus aika (kuva 13).



Kuva 13. Asennusaikainen työ lupa vesilaitoksen tiloihin

Asentajien tuli käyttää asianmukaista vaateetusta. Esimerkiksi väljä vaatetus olisi saattanut joissakin tilanteissa aiheuttaa tarttumisriskin, taikka paloherk-

kien keinokuituvaatteiden käyttö esimerkiksi sähkö- ja hitsaustöissä voi lisätä palovaaraa. Jo oman turvallisuutensa vuoksi työntekijällä on velvollisuus huolehtia, ettei hänen työssään käyttämäkseen valitsemansa vaatetus aiheuta vaaraa. /4, s. 77./

Asennuspaikan kulkuteiden, työskentelytasojen ja muiden alueiden, joissa asentajat työnsä vuoksi liikkuvat, on oltava turvallisia. Tavallisimpia syitä tapaturmiin ovat liukastuminen, putoaminen, kompastuminen ja kolhiintuminen. /4, s. 93./

Turvallinen liikkuminen asennuspaikalla edellytti, että kulkutiet ja muut alueet, joissa liikuttiin, pidettiin vapaina kaapeleista ja muista tavaroista.

Jokaisella on velvollisuus huolehtia turvallisesta liikkumisesta eli oltava tarkkaavainen ja keskittynyt liikkumiseen vaarallisilla paikoilla sekä tarvittaessa poistettava ylimääräiset tavarat kulkureiteiltä.

Tulityöt

Vesilaitoksen tiloissa suoritettiin asennusaikana tulitöitä tilapäisellä tulityöpaikalla, joka edellytti tulityölupaa. Luvan saamisen edellytyksenä hakijalla tuli olla voimassa oleva tulityökortti. Tulityöluvut asentajille myönsi NA.

Tulitöitä ovat työt, joissa syntyy kipinöitä tai joissa käytetään liekkiä tai muuta lämpöä ja jotka aiheuttavat palovaaran. Esimerkiksi sahaaminen ei tarvitse tulityölupaa.

Tulitöitä ovat muun muassa kaikki hitsaustyyppit, poltto- ja kaarileikkaus, laikaleikkaus ja metallien hionta, joissa syntyy kipinöitä, sekä työt, joissa käytetään kaasupoltinta, muuta avotulta tai kuumailmapuhallinta. /5/

Tulitöitä suorittaessa tuli huolehtia, ettei lähiympäristössä ollut syttyviä materiaaleja, esim. sähköjohtoja. Lähellä olleet kaapelihyllyt suojattiin tulenkestävillä suojapeitteillä.

Tilapäisille tulityöpaikoille tuli urakoitsijoiden tuoda ensisammutuslaite, esim. vahtosammutin.

5.5 Teräsrakenteet

Teräsrakenteet oli valmistettu Virossa, mistä ne tuotiin mahdollisimman suurissa elementeissä vesilaitokselle. Hoitotaso itsessään oli kokonaisena eli siinä oli runko, kaiteet ja potkulistat valmiiksi asennettuna. HE260B -palkit, joiden päälle hoitotaso asennettiin, olivat valmiiksi maalatuja ja määrittäen leikattuja. Niiden osalta ainoastaan kokoonpano toteutettiin asennuspaikalla. Materiaalista AISI304 valmistetut rakenteet olivat kokonaisia ja valmiita asennettavaksi.

HE260B -palkkeihin oli esivalmisteltu tulevat hitsauskohdat suojaamalla ne ennen palkkien maalausta. Suojaukset poistettiin ennen kuin palkit nostettiin asennuspaikalle.

Asennuksen aloittamista haittasi, ettei tilattua nosturia saatu paikkaan, josta palkkien nostaminen oikeille paikoille olisi ollut helppo toteuttaa. Ongelman aiheutti hallin korotusta varten hitsatut jatkopalat. Nostamalla hitsattujen jatkopalojen yli palkit jäivät aivan liian kauas. Päätettiin ajaa nosturin koukku olemassa olevan seinän ja jatkopalojen välisestä aukosta. Tämä järjestely mahdollisti, että palkit pystyttiin nostamaan huomattavasti lähemmäksi ja lähes oikeille paikoilleen. Palkkeja jouduttiin vetämään taljojen avulla sisemmäksi vesilaitoksen tiloihin, koska nosturin päätä ei saatu vesilaitoksen sisälle.

Teräsrakenteiden kokoonpano aloitettiin asentamalla ulokepalkit olemassa olevien palkkien päälle (kuva14).



Kuva 14. Vaakapalkit ja vinotuet asennettuna

Seuraavaksi asennettiin vinotuet ulokepalkkien ja olemassa olevien palkkien väliin sekä ulokkeiden päissä olleiden pystypalkkien päälle vaakapalkki, joka yhdisti molemmat ulokepalkit.

Hoitotason toisen pään jalat, pystypalkit, kiinnitettiin lattiassa oleviin teräslevyihin kahdella M20 -ruuvilla. Pystypalkit asennettiin suoraan käyttäen apuna useita tukirautoja. Pystypalkkien päälle asennettiin vaakapalkki, jonka päälle myöhemmin laskettiin hoitotason runko. Pystypalkkien kiinnityksessä olleiden ruuvien avulla vaakapalkki pystytettiin säätämään samaan korkoon kuin toinen vaakapalkki, joka asennettiin olemassa olevien pystypalkkien päälle. Kun palkki oli saatu oikeaan korkoon, hitsattiin jalkojen kahdelle sivulle lattateräksiset varmistamaan, etteivät pystypalkit eli jalat kaadu. Lopuksi molemmille jaloille tehtiin jälkivalu betonista, jonka tarkoituksena on täyttää tyhjä tila ja kiinnittää jalat jäykästi lattiaan (kuva 15).



Kuva 15. Jälkivalu. Molemmille jaloille tehtiin asennuksen jälkeen jälkivalu betonista.

Vaakapalkkien väliin asennettiin kaksi kappaletta U-palkkeja, joihin suotopuristimen alle tuleva keräyssuppilo kiinnitettiin yläkautta.

Hoitotason runko asennettiin HE260B -palkkien päälle. Tarvittaessa käytettiin taljoja ja vetoliinoja, joilla hoitotaso saatiin vedettyä kokoonpanopiirustuksen edellyttämälle paikalle. Taljat ja vetoliinat kiinnitettiin käytön ajaksi olemassa oleviin rakenteisiin (kuva 16).



Kuva 16. Hoitotason ja keräyssuppilon asennus

Keräyssuppilo asennettiin U-palkkien päälle ja se kiinnitettiin palkkeihin ruuveilla. Keräyssuppilossa oli valmiiksi tehty reiät ruuveja varten, mutta U-palkkeihin reiät poltettiin vasta asennuspaikalla. Keräyssuppilon päät olivat viistot, koska muuten suppilon asentaminen HE260B -palkkien väliin ei olisi onnistunut. Keräyssuppilon alalaitaan oli hitsattu L-rauta (materiaali AISI 304), johon olemassa oleva ruuvikuljetin oli suunniteltu asennettavaksi ruuveilla. Keräyssuppilon päihin L-raudat hitsattiin asennuspaikalla (kuva 17).

Olemassa oleva ruuvikuljetin oli suunniteltu kiinnitettäväksi keräyssuppiloon ruuveilla. Ruuvien välimitta oli tarkoitus selvittää asennuspaikalla (LIITE 4). Asennushetkellä tuli ilmi, että suunnitellun keräyssuppilon leveys L-rautojen kohdalta oli suurempi kuin ruuvikuljettimen leveys. Tästä johtuen ruuvikuljetinta ei voi kiinnittää ruuveilla keräyssuppiloon. Keräyssuppiloon kiinnitettiin olemassa oleva ruuvikuljetin hitsaamalla 100 mm pitkillä hitseillä 100 mm:n välein. Hitsaamiseen päädyttiin, koska ruuvikuljetin osoittautui kapeammaksi kuin oli mitattu. Mittausvirhe johtui siitä, että mittauksien aikana kuljetin oli 4 m:n korkeudessa erittäin hankalassa paikassa, sekä siitä, että mitattiin ruuvikuljettimen päällä olleen suojalevyn leveys. Hankalan sijainnin takia ei voitu varmistua, että ruuvikuljetin on ulkomitoiltaan yhtä leveä kuin sen päällä oleva suojalevy.



Kuva 17. Ruuvikuljetin kiinnitettynä keräyssuppiloon

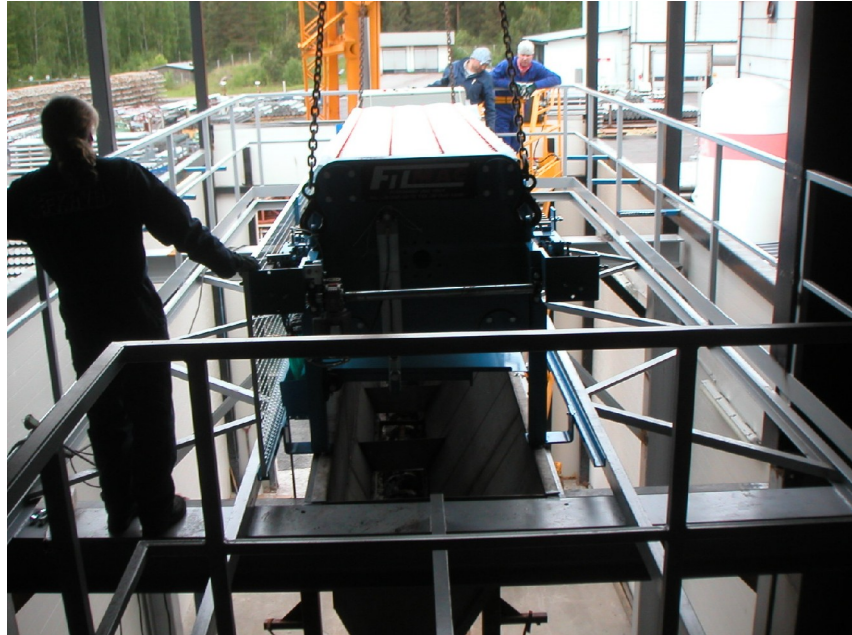
Teräsrakenteiden pystyttäjän tehtävänä oli myös asentaa suotopuristin keräyssuppilon yläpuolelle ja kytkeä irrallaan olevat hydraulikkayksiköt paikoilleen.

Suotopuristin nostettiin mahdollisimman lähelle sen asennuspaikkaa avoinna olevan katon kautta (kuva 18).



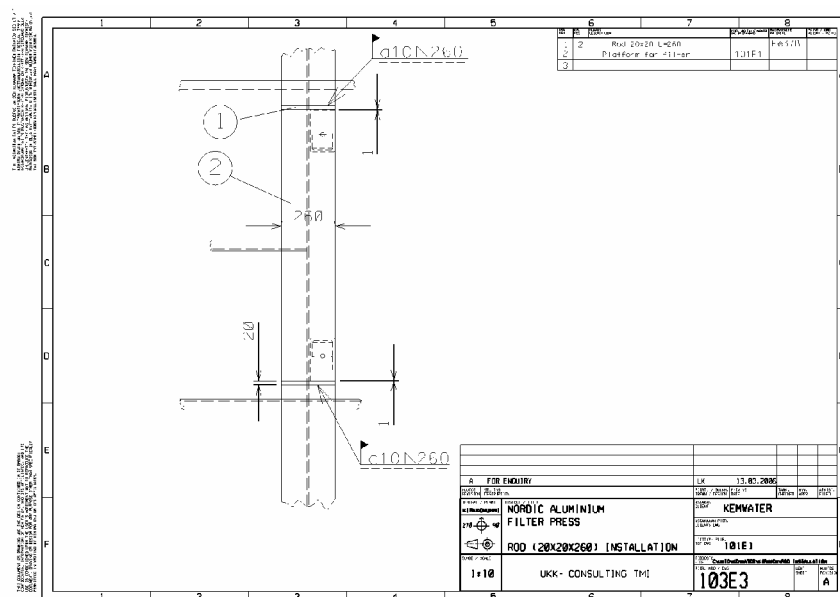
Kuva 18. Suotopuristimen nosto

Suotopuristin laskettiin väliaikaisesti HE260B -palkkien välissä olevien U-palkkien päälle, koska olemassa oleva seinä esti suotopuristimen nostamisen oikeaan paikkaan. Suotopuristinta kannateltiin nosturilla U-palkkien päällä ainoastaan toisesta päästä, koska paineputkiston liitäntäpään nostoketju piti irrottaa seinän takia. Suotopuristin saatiin oikeaan asennuspaikkaan käyttämällä taljoja ja kannattelemalla suotopuristimen toista päätä nosturilla (kuva 19).



Kuva 19. Suotopuristin, jota ei saatu nostettua oikeaan paikkaan ilman taljoja

Suotopuristimen toinen pää kiinnitettiin HE260B -palkkiin kahdella M16 -ruuvilla. Suotopuristimen toinen pää jätettiin asennusohjeiden mukaisesti vapaaksi, jotta suotopuristin voi tarvittaessa liikkua pituussuunnassa. Sivusuuntainen liike estettiin hitsaamalla molempien jalkojen sisäpuolelle 20 x 20 x 260 mm:n ohjainraudat, vaikka asennuspiirustuksessa ne oli mallinnettu jalkojen ulkopuolelle. Toimivuuden kannalta ei ole merkitystä kummalle puolelle ne asennettiin (kuva20).



Kuva 20. Ohjainrautojen asennuspiirustus

Hoitotason ritilät saapuivat viikolla 23/2006, ja ne asennettiin välittömästi, koska työn piti olla valmis kyseisen viikon lopussa (kuva 21).



Kuva 21. Suotopuristin ja ritilät asennettuina

5.6 Putkiston asennus

Putkiston asennustyöt aloitettiin pumppujen asentamisella valetuille pedeille. Aluksi pumpput laitettiin ainoastaan kahdella pienellä hitsillä kiinni, jotta tarvittaessa ne on helppo ja nopea irrottaa alustasta, jos on tarpeellista ja eivätkä ne siirtyisi sijoiltaan niin herkästi kuin irrallisina.

Fargon asentaja teki tarvittavat muutokset vesilaitoksen seinällä asennettuihin lipeäputkiin, jotka olivat uusien teräsrakenteiden edessä.

Varoventtiilit asennettiin pumppujen jälkeen. Koska varoventtiileillä on tapana vain tihkua, niin asennushetkellä mietittiin varoventtiileistä lähtevän putkiston johtamista pumppujen välissä olevaan lattiakaivoon. Ideasta kuitenkin luovuttiin, koska lattiakaivon imukyvyistä ei ollut täyttä varmuutta. Alkuperäisen suunnitelman mukaan varoventtiileiltä johdettiin putki sakeutussäiliöön. Putkeen lisättiin venttiili, johon voidaan liittää vesiletku huuhtelua varten.

Fargon asentaja oli esivalmistellut muutamia muutokappaleita, lähinnä modifioituja T- ja Y-haaroja (kuva 22).



Kuva 22. Fargon suunnittelema ja asentama T-haara pumppujen jälkeen

Osa, lähinnä suotimen poistovesiputkiston DN100, putkista oli ennakkoon katkaistu piirustuksessa ilmoitettuihin mittoihin. Halkaisijaltaan DN80 -putket toimitettiin tehdaspituuksina eli 6 m:n pätkissä. Tarvittava määrä DN80-100 käyriä, venttiilejä ja putken kannakkeita toimitettiin irrallisena.

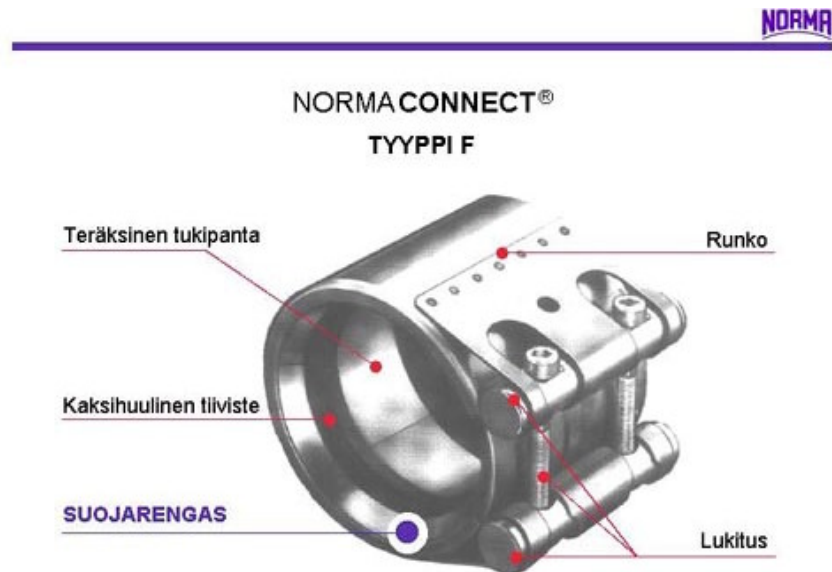
Putkisto hitsattiin mahdollisimman suuriksi elementeiksi maassa, minkä jälkeen ne nostettiin asennettavaksi oikeaan kohtaan ja hitsattiin kiinni valmiiksi asennettuihin putkiin.

Putkista tehtyjen elementtien koko vaihteli sen mukaan, tuliko siihen venttiilejä ja minkälaiseen paikkaan se tuli asennettavaksi. Kahden asentajan tuli jaksaa nostaa elementit turvallisesti asennuspaikalle liinojen avulla, koska Fargolla ei ollut enempää asentajia käytettävissä asennuksessa.

Pumppujen ja suotipuristimen läheisyyteen putkistoon lisättiin työkuvista poiketen vesihuuhteluventtiileitä, joista tarvittaessa voi putkistoon johtaa paineistettua vettä. Tarvittaessa putkiston saa huuhdeltua vedellä, jos putkistoon tulee tukoksia tai liete on seissyt putkistossa kauemman aikaa.

Suotipuristimen poistovesiputken liitos oli GAS 4":n liitos eli ulkokierre liitos. Poistovesiputken liittäminen siihen kierteellä olisi ollut hankalampi toteuttaa, koska liitoskohta oli hyvin ahtaassa paikassa. Fargon asentaja ehdotti pois-

tovesiputkiston, DN100, liittämistä suotopuristimeen Teknomanin Norma - liittimellä, jonka etuina olivat soveltuvuus ahtaisiin tiloihin ja helppo asennettavuus (kuva 23).



Kuva 23. Poistovesiputkiston ja suotopuristimen liittämiseen käytetty Norma-liitin /6/

Saumojen hitsaus

Maassa hitsatuissa saumoissa käytettiin suojakaasua, joka sisältää argonia, ja kootut putket hitsattiin asennus kohteissa tahnan avulla, joka laitettiin hitsijuuren puolelle. Kuumetessaan tahna tuottaa hitsijuuren ympärille suojakaasun. Suojakaasun ja tahnan tehtävä on suojata hitsisauman juurta vaurioilta. Jos suojakaasua tai tahnaa ei käytetä, happi pääsee reagoimaan nikkelin ja kromin kanssa. Tällöin hitsisauma ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, koska hitsisaumasta tulee huokoinen. Suojakaasua syötettiin putkiin virtausnopeudella 4 l/min (kuva 24).



Kuva 24. Venttiilien ja saumojen hitsaus

Hitsauksesta sauman ulkopinnalle syntynyt hilse poistettiin porakoneeseen kiinnitetyn terässudin avulla tai maalaamalla RST-pinnoitteella, jos porakoneen käyttö ei ollut turvallista esim. ahtaissa paikoissa. Hilse poistettiin laadullisuus syistä. Hilse syövyttää hitsisaumaa, jos ympäristön pH-arvo laskee huomattavasti normaalista. /7/

Kaikki saumat hitsattiin TIG-hitsaus menetelmällä. Putkiston kannattimet hitsattiin olemassa oleviin rakenteisiin puikkohitsauslaitteella.

6 TYÖN LUOVUTTAMINEN

Työntilaajan tulee tarkastaa valmiiksi tehdyt rakenteet urakoitsijan kanssa. Tarkastustilaisuudessa tulee tarkastaa, että työ on suoritettu, kuten sopimuksessa ja piirustuksissa on sovittu sekä valmis rakenne täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset.

6.1 Teräsrakenteet

Luovutustarkastuksessa olivat läsnä Kemwater, UKK-Consulting Tmi:n ja NA sekä teräsrakenteiden toimittaneen Efkavan edustajat.

Tarkastuksessa kiinnitettiin huomiota maalaukseen, hitsausseamoihin ja teräsrakenteiden turvallisuuteen.

Huomautukset

Teräsrakenteiden maalipinnoissa oli vaurioita. Puutteellinen tai vaurioitunut maalipinta altistaa rakenteet korroosiolle näissä olosuhteissa hyvinkin nopeasti.

Hoitotason ritilöiden kiinnitys oli puutteellinen. Osa ritilöiden kiinnittimistä oli löysästi kiinnitetty tai kiinnittimiä oli käytetty liian vähän. Löysällä olleet kiinnittimet olisi voinut irrottaa ilman työkaluja. Ritilöiden huono kiinnitys kasvat-
taa riskiä putoamisonnettomuuksille.

Hitsisaumat olivat epäsiistejä ja niiden maalaus oli puutteellisia. Tarkemman tarkastelun jälkeen huomattiin, että maalaus oli tehty joissakin tapauksissa hitsauskuonan päälle. Hitsauskuona tuli poistaa ennen maalausta, koska ajan myötä hitsauskuona irtoaa ja alta paljastuu teräs joka on alttiina korroosiolle.

Tarkastuksessa havaitut puutteet urakoitsijan piti korjata ennen laskun viimeisen erän maksamista.

Lisäksi ilmoitettiin Efkavan edustajalle heidän asentajien huolimattomuudesta työturvallisuutta kohtaan. Asentajat jättivät sähköjohdot ja hitsauskoneiden kaapelit kierreportaisiin, kun he poistuivat asennuspaikalta pidemmäksi aikaa. Kaapelit olisi pitänyt vetää suoraan ylös asennuspaikalle eikä käyttää lainkaan kierreportaita. Kaikki ylimääräinen tavara kierreportaissa voi aiheuttaa kompastumisen ja sen seurauksena loukkaantumisen.

Teräsrakenteiden uusintatarkastuksesta vastasi Kemwaterin henkilöstö.

6.2 Putkisto

Putkiston luovutustarkastuksessa olivat läsnä Fargon ja UKK-Consulting Tmi:n edustajat.

Luovutustarkastuksessa putkistolle tehtiin koeponnistus eli putkisto täytettiin vedellä. Koeponnistuksen avulla varmistutaan, etteivät hitsausseammat sekä laippaliitokset vuoda. Koeponnistus on suoritettava aina ennen käyttöön ottoa.

Tarkastuksessa kiinnitettiin huomiota työnlaatuun, hitsisaumoihin ja putkiston kannatteluun.

Tarkastuksessa ei havaittu huomautettavaa tai puutteita.

Syksyllä 2006 havaittiin, että pumppujen jälkeen, paineputkistossa, olevat taka-iskuventtiilit jumiutuivat. Huollon yhteydessä todettiin, että venttiilit on asennettu väärän järjestykseen eli palloventtiili oli pumpun ja taka-iskuventtiilin välissä vaikka palloventtiiliin kuuluisi olla takaiskuventtiilin jälkeen. Jos venttiilit olisivat olleet oikeassa järjestyksessä, koko paineputkistoa ei olisi tarvinnut laskea tyhjäksi (kuva 3).

Asennusvirheestä vastuun ottivat asennuksenvälvoja sekä putkiston asentanut Fargo.

7 SUOTOPURISTIMEN KOEKÄYTTÖ

Suotopuristimen ja pumppujen sähköistys sekä pumppujen ohjaukset asennettiin sen jälkeen, kun teräsrakenteet ja putkisto olivat valmiita.

Sähkötyöt suoritti Kemwaterin palkkaama urakoitsija.

Suotopuristimen käyttöönotto tapahtui viikolla 26. Käyttöönotossa olivat läsnä Kemwaterin, NA:n ja UKK-Consulting Tmi:n henkilöstöä sekä kaksi sähköasentajaa.

7.1 Ongelmat

Suotopuristimen käyttöönotto ei sujunut ongelmitta. Aluksi oli ongelmia suotopuristimen puristusta hoitavan hydraulikan kanssa.

Suotopuristimen alla oleva pelti ei mahtunut aukeamaan kokonaan keräyssuppiloon. Se otti kiinni ainoastaan toisesta päästä. Pellin tehtävänä on ohjata puristuslamellien välistä tippuva vesi poistovesiputkistoon. Jos suotopuristin toimii oikein, niin kyseistä peltiä ei välttämättä tarvita, koska jokaisesta puristuslamellista on johdettu letku poistovesikaukaloon, josta on yhteys poistovesiputkistoon.

7.2 Korjaukset ja muutokset

Hydrauliikkaongelmien syyksi selvisi väärin kytketyt paineletkut. Hydrauliikkakoneiston liitti suotopuristimeen teräsrakenteet toimittanut Efkava. Ongelma korjattiin vaihtamalla paineletkujen paikkaa.

Suotopuristimen alla olevaa peltiä siirrettiin aluksi akselia pitkin toiseen päähän keräyssuppiloon, missä oli huomattavissa määrin tyhjää tilaa. Peltiä ei kuitenkaan saatu siirrettyä tarpeeksi, koska akselin pituus loppui kesken ja pelti ei enää täyttänyt sille asetettua käyttö tarkoitusta eli osa valuma vesistä pääsisi valumaan suoraan keräyssuppiloon.

Ongelman ratkaisuun oli kaksi vaihtoehtoa:

- keräyssuppilon siirtäminen
- keräyssuppiloon jatkaminen noin 60 mm:llä, materiaali AISI304.

Molemmat työvaiheet edellyttivät polttovälineistöä joko uusien reikien polttamiseen tai palkin loveamiseen.

Päädyttiin keräyssuppilon jatkamiseen, koska se oli turvallisoin tapa toteuttaa muutostyö. Keräyssuppilon siirto olisi edellyttänyt ruuvien irrottamista viiden metrin korkeudessa ja niiden irrottaminen olisi vaatinut saksinosturia, jota ei ollut mahdollista saada käyttöön.

Keräyssuppilon jatkaminen toteutettiin leikkaamalla keräyssuppilon pääty irti, hitsaamalla päätyyn 60 mm leveät pellit, poltettiin juuri asennettuun HE260B-palkkiin keräyssuppilon levyinen lovi ja hitsattiin pääty takaisin kiinni (kuva 25).

Lopuksi pelti siirrettiin takaisin oikeaan paikkaan ja testattiin, että se mahtuu aukeamaan kunnolla keräyssuppiloon.



Kuva 25. Keräyssuppilon jatkettu osuus

8 YHTEENVETO

Kemira Kemwater Service Oy vastaa Nordic Aluminium Oyj:n tuotantoprosessin jätevesien käsittelystä Kirkkonummella. Kemwaterin tavoitteena on tehostaa kiintoaineen erottelua uudella suotopuristimella, jota varten on suunniteltava uusia teräsrakenteita ja putkistoa.

Teräsrakenteiden ja putkiston suunnittelutyön sekä asennuksen valvonnan Kemwater tilasi UKK-Consulting Tmi:ltä.

Tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman yksinkertainen ja taloudellisesti edullinen kokonaisuus sekä teräsrakenteista että putkistosta. Suunnitteluvaiheessa tuli ottaa huomioon olemassa olevat rakenteet sekä siirtolavojen vaihdon tarvitsema tilan tarve hoitotason alapuolella. Olemassa oleviin rakenteisiin pyrittiin tekemään mahdollisimman vähän muutoksia ja käyttämään niitä hyödyksi, jos se vain oli mahdollista.

Teräsrakenteiden suunnittelu aloitettiin miettimällä erilaisia toteutusvaihtoehtoja ja mallintamalla vesilaitoksen tiloista layout suunnittelutyön tueksi (LIITE 1). Layout luotiin NA:lta saadun vanhan layoutin pohjalta (kuva 4), joka oli tuostettu paperille. Na:lta saatu layout ei ollut ajan tasalla. Teräsrakenteisiin

kuuluivat hoitotaso (LIITE 2) ja suotopuristimen alle tuleva keräyssuppilo (LIITE 4). Hoitotason päälle asennettiin suotopuristin.

Putkisto mallinnettiin layoutiin LIITE 5, jossa oli tarvittavat venttiilit sekä putkilinjojen tunnuksiset esim. 6-SAH-100-16H1A, josta käy ilmi putkilinjan numero (6), SAH eli virtaava aine, putki koko (DN100) ja 16H1A eli putkimateriaali on ruostumaton. Tarvittavat venttiilit sijoitettiin Kemwaterin teettämän PI-kaavion mukaisesti layoutiin.

Vesilaitoksen tiloissa käytiin useaan otteeseen suunnittelutyön aikana varmistamassa, että kaikki rajoittavat tekijät on otettu huomioon ja mallinnetut rakenteet olisivat sopivat.

Teräsrakenteiden suunnittelussa ei ollut suuria ongelmia.

Putkiston suunnittelua hankaloittivat heikot lähtötiedot suotopuristimen liittämisestä sekä olemassa olevasta putkistosta esim. putkistojen korko ja etäisyydet seinistä. Putkiston liittäminen suotopuristimeen jätettiin tästä syystä tarkasti mallintamatta ja päätettiin, että valvoja on asennuspaikalla valvomassa liittämistä.

Suunnittelun jälkeen tarjouskyselyt lähetettiin NA:n suosittelimille urakoitsijoille sekä Fargolle. Tarjouskyselyihin liitettiin piirustukset teräsrakenteista, suotopuristimesta, putkistosta ja pumpuista. Sekä teräsrakenteista että putkistosta lähetettiin omat tarjouskyselyt.

Saatujen tarjousten perusteella haastateltiin parhaimman tuntuiset urakoitsijat vesilaitoksen tiloissa. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää, että urakoitsijat olivat ymmärtäneet urakan laajuuden oikein. Teräsrakenteiden toimittajaksi valittiin Efkava Oy ja putkiston toimittajaksi Fargo.

Putkisto layouttiin jouduttiin tekemään muutos kaksi viikkoa ennen asennusta. Teräsrakenteisiin ei tehty rakenteellisia muutoksia.

Valvoja oli lähes koko asennusajan läsnä asennuspaikalla. Valvoja vastasi yleisestä turvallisuudesta, neuvoi ongelma tilanteissa ja vastasi asennuksen sujuvuudesta.

Jokaisella asentajalla tuli olla voimassa oleva NA:n myöntämä työlupa. Asentajilla, jotka suorittivat hitsauksia, polttoleikkauksia ja kipinöiviä työvaiheita, tuli olla voimassa oleva tulityölupa asennuspaikalle.

Suurempia ongelmia, jotka olisivat keskeyttäneet asennustyöt pidemmäksi aikaa, ei ollut.

Asennusaikaisia pieniä ongelmia olivat seuraavat:

- Hitsauspaikat oli suojattu väärästä kohdasta.
- Olemassa oleva ruuvikuljetin oli kapeampi kuin oli mitattu.
- Saksinosturia ei saatu läheskään aina käyttöön varaustilanteen takia.
- Putkistojen liitäntäympäristöt suotopuristimeen olivat ahtaita.
- Lingosta siirtolavalle putoava kiintoaine roiskui.

Teräsrakenteiden ja putkiston valmistuttua niille suoritettiin luovutustarkastus, joissa olivat läsnä urakoitsijoiden, UKK-Consulting Tmi:n, Kemwaterin ja NA:n edustajat. Luovutustarkastuksessa tulee tarkastaa, että työ on suoritettu, kuten sopimuksessa ja piirustuksissa on sovittu sekä valmis rakenne täyttää sille asetetut turvallisuus vaatimukset.

Havaitut puutteet tuli urakoitsijoiden korjata ennen kuin Kemwater maksaa urakoitsijoille laskun viimeisen erän.

Sähkötöiden valmistuttua Kemwaterin henkilöstö vastasi suotopuristimen käyttöönotosta.

Käyttöönoton yhteydessä havaittiin ongelmia hydraulikassa ja keräyssuppilossa. Hydraulikkaongelma johtui väärin kytketyistä letkuista ja ne vaihdettiin oikeaan paikkaan läsnä olleiden henkilöiden toimesta. Keräyssuppilon ongelman korjasi Efkava seuraavalla viikolla.



Kuva 26. Suotopuristin tuottaa kuivempaa kiinto-ainetta kuin vanha linko

UKK-Consulting Tmi pysyi ensimmäisessä kokouksessa sovitussa aikataulussa. Suunnittelutyöhön ja projektin hoitoon varataan projekteissa yleensä n. 20 % kokonaisbudjetista. Varattu raha riitti toteuttamaan suunnittelun, urakka kyselyt ja neuvottelut sekä asennuksen valvonnan tässä projektissa.

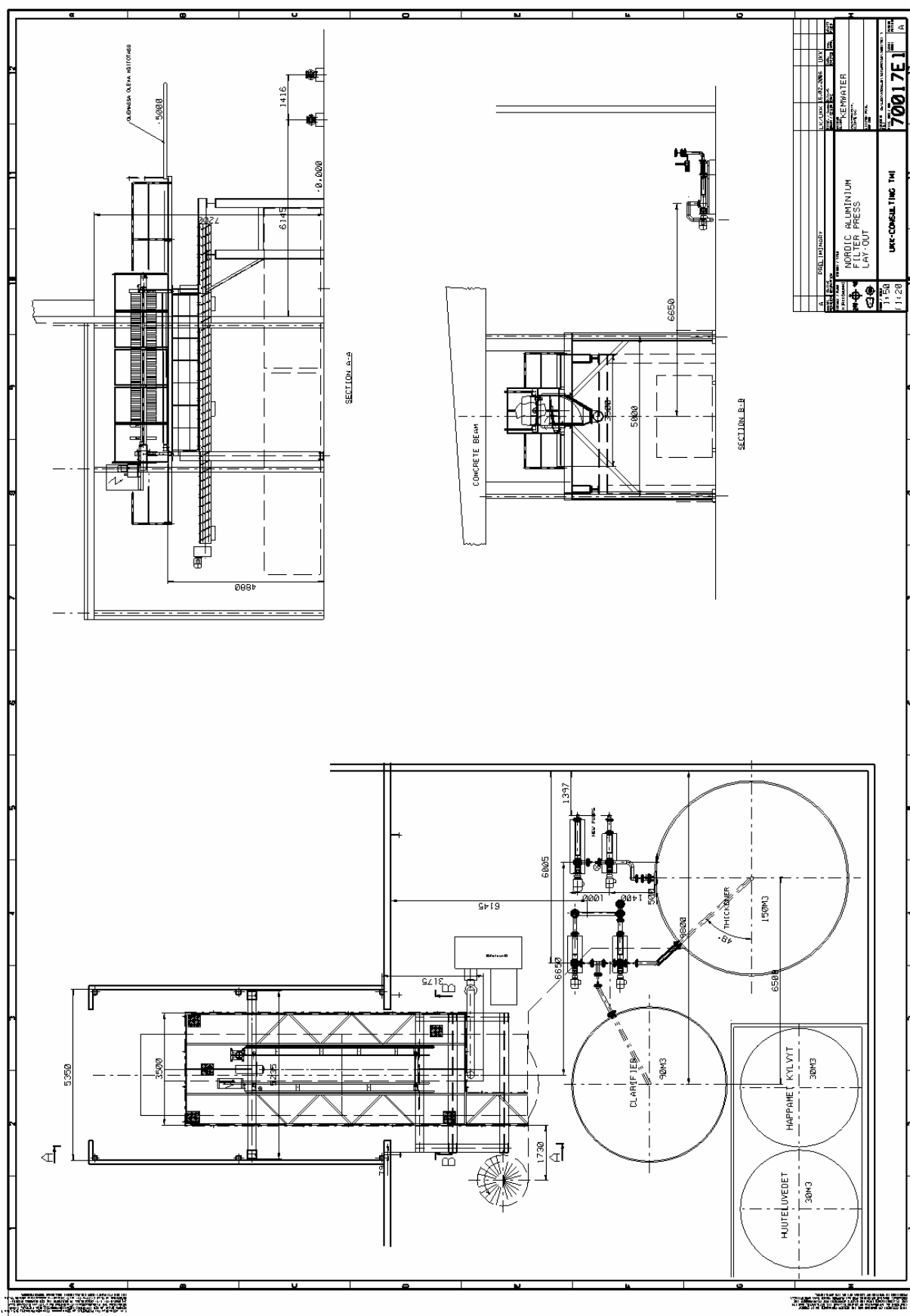
Suunnittelun kannalta on tärkeää, että kohteesta olisi saatavilla mahdollisimman ajan tasalla olevia kirjallisia tietoja, esim. piirustuksia.

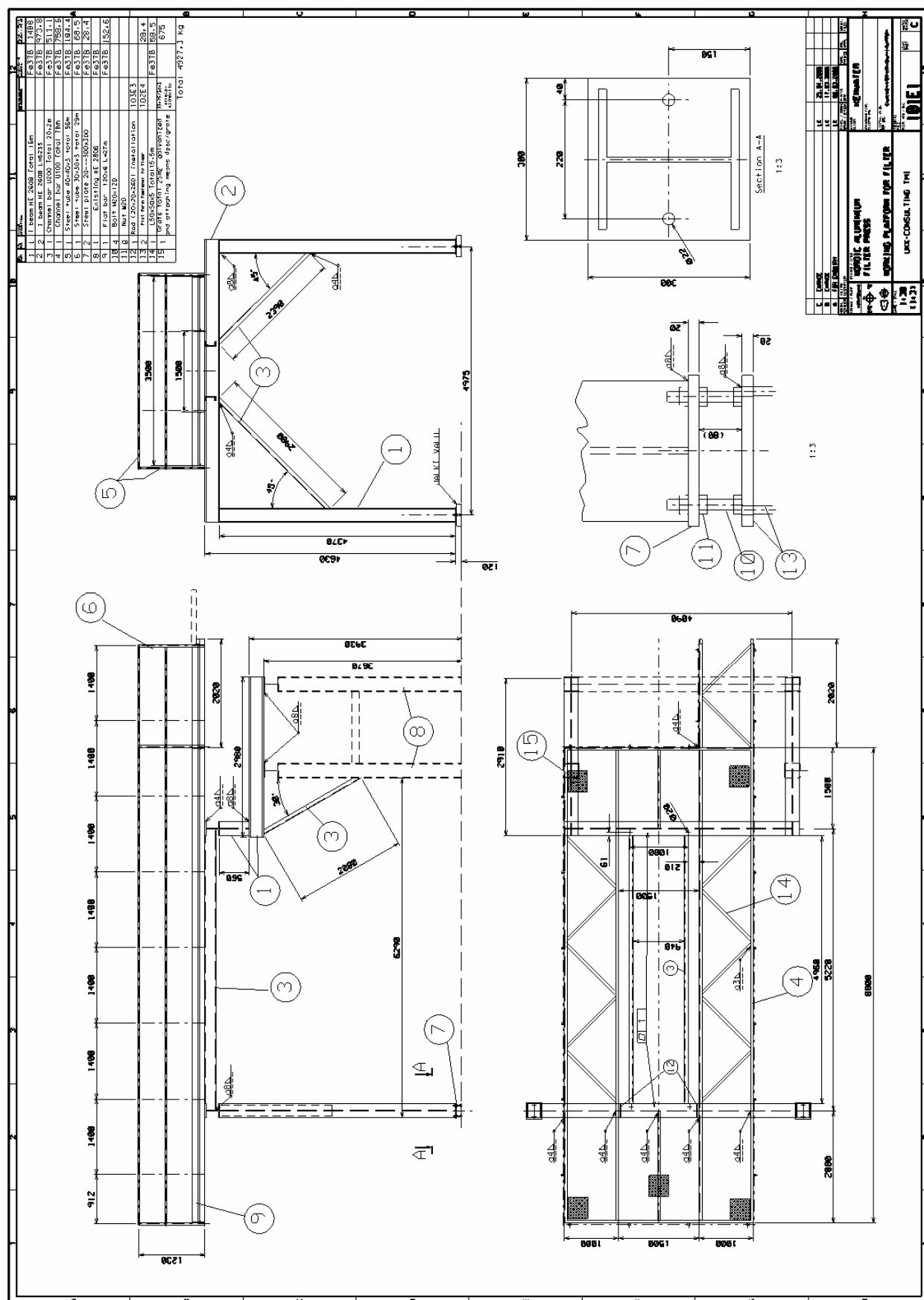
Koko projektin kannalta oli tärkeää, ettei asennusaikana sattunut ainuttakaan loukkaantumista tai vaaratilannetta.

Suunnittelun ja asennusvalvonnan osalta UKK-Consulting Tmi ei muuttaisi toteutustapoja, jos samanlainen projekti toteutetaan tulevaisuudessa.

VIITELUETTELO

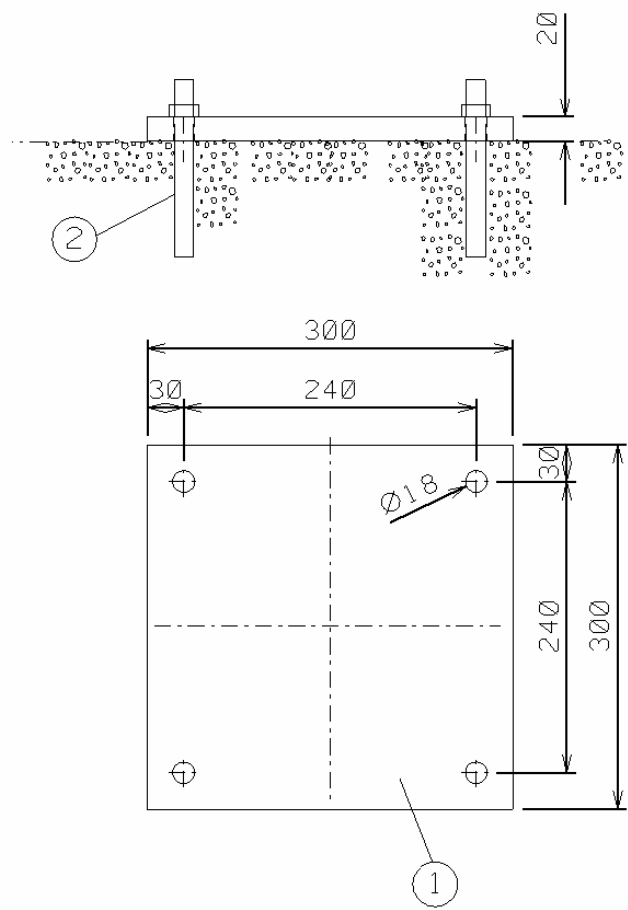
- /1/ Kemira standardit. Helsinki: 1986/2004
- /2/ Vesihydro, LLin / Mjas, piirustus nro: 01-91327. Helsinki:1999.
- /3/ Oy Finnraستی AB, Finnraستی käsikirja utg.2.
- /4/ Kuikko, Tapio, Työturvallisuus ja sen valvonta. Helsinki: Talentum. 2006.
- /5/ RATU-hanke, tulitöiden turvallisuus [verkkodokumentti, viitattu 3.3.2007].
Saatavilla: <http://ratu-hanke.fi/turvanet/tulityo.html>
- /6/ Teknoma Oy, Norma Connect F [verkkodokumentti, viitattu 3.3.2007]. Saatavilla: <http://www.teknoma.fi/norma2.htm#>
- /7/ Keskustelut Juhani Ahvenaisen kanssa, Fargo International OEM-Service.







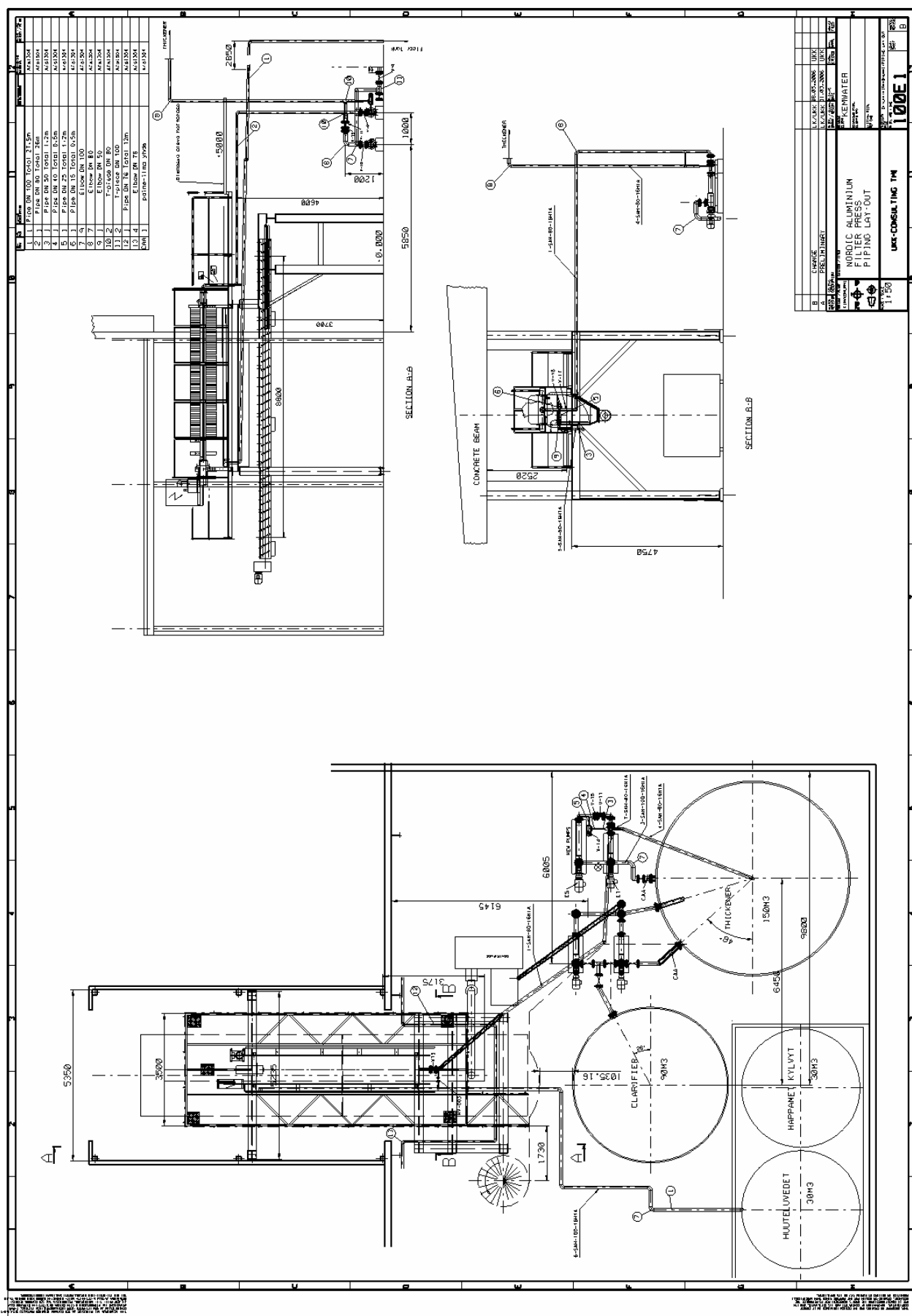
T.M. ASIAKIRJA TAI PIIRUSTUS JA SEN KUVANNA TEKINEN RATKAISU SIS-LLT-V-T
KEMRA OYJN JA SEN TIIRHTIDEN LUOTTAMUSLLISA TIEDOLA. T.M.N
OYJN LUOTTAMUSLLISA TIEDOLA. T.M.N OYJN LUOTTAMUSLLISA TIEDOLA.
JULENTMATTI T.M. ASIAKIRJAN, PIIRUSTUSTA TAI SEN KUVANNA TEKINIST
RATKAISUA JA OLLA KATTMATTI. NIIIT. NIIHINK--N MUOKUN KUIN KEMRA OYJN
TAI SEN TIIRHTIDEN ERILLISESTI SALLIMAN KATOTUSEN.

OSA PART	KPL PCS	KUVAUS DESCRIPTION	PIIR. NRO TAI STANDARDI DWG OR STANDARD	RAKENNEAINE MATERIAL	PAINO / KRG WEIGHT / PC KG
1	1	Steel Plate 20---300x300		Fe 37B	14.2
2	4	Wedge anchor	HSAM 16x145		



THIS DOCUMENT OR DRAWING AND THE DESIGN CONTAINED IN IT EMBODY
CONFIDENTIAL INFORMATION OF THE USER. THE USER'S AGREEMENT TO ITS
USE IS CONDITIONED UPON THE USER'S AGREEMENT NOT TO REPRODUCE THE
DOCUMENT, DRAWING OR DESIGN FOR ANY PURPOSE OTHER THAN SPECIFICALLY
PERMITTED IN WRITING BY KEMRA OY OR ITS AFFILIATES.

A		FOR ENQUIRY		LK		10.03.2006			
MUUTOS REVISION	SELITYS DESCRIPTION	PIIRIT. / SUUNN. DRAWN / DESIGN	P-IV-YS DATE	TARK. CHECKED	HYV. APPR.	ARKIST. FILED			
TEHTAAT / PLANT		OTSIKKO / TITLE		ASIAKAS CLIENT					
KIRKKONUMMI		NORDIC ALUMINIUM FILTER PRESS		KEMWATER					
270° 				ASIAKKAAN PIIR. CLIENTS DWG					
		PLATFORM FASTER		LIITTYV. PIIR. REF DWG					
				101E1					
SUHDE / SCALE				TIEDOSTO FILE					
1:5		UKK - CONSULTING TMI		C:\NORTON\KEMWATER\KIRKKONUMMI\PLATFORM FASTER					
				PIIR. NRO / DWG		LEHTI SHEET		MUUTOS REVISION	
				102E4				A	



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.